

D-1495

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 1月10日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-004666

[ST.10/C]:

[JP2003-004666]

出 願 人

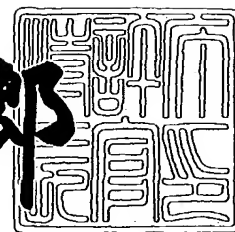
Applicant(s):

富士電機株式会社

2003年 2月21日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3009760

【書類名】 特許願

【整理番号】 02P01952

【提出日】 平成15年 1月10日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B01D 53/04
A61M 16/10
C01B 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式
会社内

【氏名】 鴨下 友義

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式
会社内

【氏名】 松田 幹彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式
会社内

【氏名】 大島 恵司

【特許出願人】

【識別番号】 000005234

【氏名又は名称】 富士電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075166

【弁理士】

【氏名又は名称】 山口 巖

【電話番号】 03(5475)6446

【選任した代理人】

【識別番号】 100076853

【弁理士】

【氏名又は名称】 駒田 喜英

【選任した代理人】

【識別番号】 100085833

【弁理士】

【氏名又は名称】 松崎 清

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-191673

【出願日】 平成14年 7月 1日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 059075

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004799

【包括委任状番号】 0007266

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 酸素の製造方法と装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 冷凍機によって、空気を酸素の液化温度以下であって、かつアルゴンの液化温度以上の温度に冷却することにより、液化された酸素と気体状態の窒素およびアルゴンとを分離もしくはアルゴンとを分離して液体酸素を得ることを特徴とする酸素の製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の酸素の製造方法において、前記冷凍機の冷却部への導入空気と、分離された前記窒素およびアルゴンを含む低温ガスとを熱交換させて、前記導入空気を予備冷却する、および／または、導入空気中の水分を予め除去することを特徴とする酸素の製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の酸素の製造方法において、前記導入空気は、予め、P S A 法により空気中の窒素を分離し、酸素リッチガスとして前記冷凍機の冷却部へ導入することを特徴とする酸素の製造方法。

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の酸素の製造方法において、前記冷凍機の出力は、前記液化された酸素の温度を計測し、この計測値が所定の設定温度となるように制御することを特徴とする酸素の製造方法。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の酸素の製造方法において、前記液化された酸素の温度は、前記液化酸素中に挿入した伝熱手段を介して計測することを特徴とする酸素の製造方法。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の酸素の製造方法において、前記冷凍機は、パルスチューブ冷凍機とすることを特徴とする酸素の製造方法。

【請求項 7】 空気を冷却して酸素を液化するパルスチューブ冷凍機と、空気の導入口、液化された酸素の取り出し口、および液化された酸素以外の残余のガスの排出口を有し、前記パルスチューブ冷凍機における蓄冷器、コールドヘッドおよびパルスチューブを内装する液化酸素生成用の容器と、前記液化された酸素の温度を計測する温度センサーと、この温度センサーの計測値に基き前記パルスチューブ冷凍機の出力を制御する制御装置とを備えることを特徴とする酸素の

製造装置。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の酸素の製造装置において、前記容器に代えて、前記パルスチューブ冷凍機における蓄冷器、コールドヘッドおよびパルスチューブを内装する第 1 の容器と、この第 1 の容器内に配設され、前記温度センサーを有する液化酸素生成用の第 2 の容器としての液体貯蔵タンクとからなるものとし、さらに、前記コールドヘッドと熱的に接続した熱交換器を設け、この熱交換器に導入した空気を冷却して、前記液体貯蔵タンクに通流し、この液体貯蔵タンクにおいて、液化された酸素と気体状態の窒素およびアルゴンとを分離して液体酸素を得るようにしてなることを特徴とする酸素の製造装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の酸素の製造装置において、前記熱交換器と液体貯蔵タンクに代えて、前記コールドヘッドと熱的に接続した液体貯蔵タンクを設けることを特徴とする酸素の製造装置。

【請求項 10】 請求項 9 に記載の酸素の製造装置において、前記液体貯蔵タンクは、前記コールドヘッドと熱的に接続した放熱部材を備えることを特徴とする酸素の製造装置。

【請求項 11】 請求項 7 に記載の酸素の製造装置において、前記液化酸素生成用の容器に導入される空気と、前記容器内で分離された窒素およびアルゴンを含む低温ガスとを熱交換させて、前記導入空気を予備冷却する熱交換器を備えることを特徴とする酸素の製造装置。

【請求項 12】 請求項 7 に記載の酸素の製造装置において、前記液化酸素生成用の容器に導入される空気中の水分を、前記容器内で分離された窒素およびアルゴンを含む低温ガスの冷熱を利用して除去する除湿器を備えることを特徴とする酸素の製造装置。

【請求項 13】 請求項 12 に記載の酸素の製造装置において、前記除湿器は、空気導入配管を有する本体容器と、この本体容器内を貫通する放熱フィン付きの低温ガス用配管と、前記本体容器の下方に配設した空気と凝縮水との切り替え弁とからなることを特徴とする酸素の製造装置。

【請求項 14】 請求項 13 に記載の酸素の製造装置において、前記除湿器の本体容器は、この本体容器内に水分吸着用の吸着剤を備えることを特徴とする

酸素の製造装置。

【請求項 1 5】 請求項 1 3 に記載の酸素の製造装置において、前記空気導入配管、低温ガス導入および導出用配管、切り替え弁等をそれぞれ有する除湿器を 2 組設け、一方の除湿器を経由する空気が前記液化酸素生成用の容器に導入され酸素が液化される間に、他方の除湿器を経由する空気は、本体容器内の凝縮水を、前記切り替え弁を介して外部に空気と共に搬送除去可能な構成とすることを特徴とする酸素の製造装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 5 に記載の酸素の製造装置において、前記空気導入配管、低温ガス導入および導出用配管、切り替え弁等をそれぞれ有する除湿器 2 組に代えて、2 組の除湿器の内の一方の除湿器における低温ガスの導出用配管は、それぞれ他方の除湿器に接続してなり、さらに、前記空気導入配管には空気切り替え弁を設け、一方の本体容器内の凝縮水を、他方の本体容器から排出される低温ガスと共に前記切り替え弁を介して外部に搬送除去可能な構成とすることを特徴とする酸素の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、在宅医療用等に用いられる高純度の酸素を製造する製造方法とその装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、高純度の酸素の製造方法としては、P S A (Pressure Swing Adsorption) を用いて大気中の酸素を窒素から分離する方法、極低温用の冷凍機を用いて大気を冷却し、大気中に含まれる酸素の液化温度と、窒素等の酸素以外のガスの液化温度との差を利用し、酸素を液化して分離することにより高純度の酸素を得る方法、あるいは、P S A と冷凍機とを組み合わせる酸素を得る方法等が知られている。

【0 0 0 3】

このうち、P S A を用いる方法においては、2 塔式の場合、酸素とアルゴンと

の分離ができないため、実際に得られる酸素濃度は 90 ～ 96 % に制限されており、より高純度の酸素を得るには、例えば、特許文献 1 に記載されているように、酸素成分のみを選択的に吸着する吸着剤を使用して酸素を濃縮する工程が必要となる。

【 0 0 0 4 】

また、極低温用の冷凍機を用いる方法においても、酸素の液化温度が常圧で -183.0°C であるのに対して、アルゴンの液化温度は常圧で -185.9°C であり、両者の液化温度の差が極めて小さいので、酸素とアルゴンとの分離は困難である。したがって、例えば、特許文献 2 に開示されたように、酸素とアルゴンを一旦液化したのち、分留して高純度の酸素を得る方法等が用いられている。

【 0 0 0 5 】

ところで、前記極低温の冷凍機、特に小型冷凍機は、クライオポンプや超伝導応用を初めとして、各種微小信号検知素子の冷却等に幅広く利用されている。現在市販されている代表的な小型冷凍機には、スターリングサイクルとギフォード・マクマホンサイクルの 2 種類がある。何れも作動ガスには、ヘリウムが使用されており、一般に $150\text{ K} \sim 4\text{ K}$ の温度範囲が利用の対象となっている。上記スターリングサイクル（厳密には、逆スターリングサイクルというべきであるが、冷凍機の場合、単にスターリングサイクルということが多い。）は、一般に、圧縮機と膨張機を用い、原理的に逆カルノーサイクルを行なう冷凍サイクルであり、高性能、高効率を得られる冷凍機として知られている。

【 0 0 0 6 】

最近、パルスチューブ冷凍機が、前記従来型冷凍機に置き換えられる可能性のあることから注目されている。パルスチューブ冷凍機は、低温の可動部（膨張機）を必要としない冷凍機であるにもかかわらず、ヘリウムガスで動作することが大きな特徴であり、しかも上述の温度範囲に充分対応できる冷凍機である。なかでも、イナータンスチューブ方式のパルスチューブ冷凍機は、イナータンスチューブとバッファタンクで構成される振動系の共振周波数に近い周波数で、圧縮機によるガス圧力の変動を起こすことにより、高い冷凍効率を得られることが知られている（例えば、特許文献 3 参照）。

【0007】

一方、近年、在宅医療用設備としての酸素製造装置の要望が高まってきている。在宅医療用の酸素製造装置の場合、外出時に長時間にわたり酸素を供給する必要があるため、液化した酸素を容器に貯蔵して可搬できる構成とすることが望まれている。また、このように液体酸素を容器に貯蔵して運ぶ構成の場合、酸素に比べて沸点の低いガスの濃度が高過ぎると、当初は沸点の高い酸素が気化しやすいので、酸素濃度の高いガスが得られるが、時間経過とともに沸点の低い酸素以外のガスの気化量が増大し、ガス中の酸素濃度が低下して酸素欠乏を起こす危険性があるため、容器に貯蔵する場合の酸素濃度は 99.5 %以上とするように法律により規定されている。

【0008】

【特許文献1】

特開2001-87616号公報（第1-3頁、図1）

【特許文献2】

特開平5-203347号公報（第1-3頁、図1）

【特許文献3】

特開2001-304708号公報（第1-3頁、図11）

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、近年、在宅医療用設備としての酸素製造装置の要望が高まっており、酸素濃度が 99.5 %以上の高純度の液体酸素を容器に貯蔵して運ぶ構成を有する酸素製造装置が要求されている。

【0010】

しかしながら、前記特許文献1に記載されたような従来から用いられているPSAを用いる方法の場合には、要求されている液体酸素の形態での酸素は得られず、液体酸素の形態で酸素を得るためには、前記極低温の冷凍機を使用する酸素液化装置を追加する必要がある、システムが煩雑になる問題がある。

【0011】

また、従来の冷凍機により液体酸素を得る方法の場合には、酸素とアルゴンと

の液化温度の差が極めて小さいので、両者の分離は困難であり、上記の所定の高純度の液体酸素を得ることはできない。また、特許文献 2 に開示されている方法によれば、分留して高純度の酸素を得ているので、所定の純度の酸素ガスを得ることができるが、アルゴンより沸点の高い酸素を直接的に液体として分離することはできない。

【 0 0 1 2 】

この発明は、上記のような問題点に鑑みてなされたもので、本発明の課題は、大気中に含まれる酸素が、窒素およびアルゴンと効果的に分離され、酸素濃度が 99.5 % 以上の高純度の液体酸素を、直接的かつ高効率で得ることが可能な酸素の製造方法および装置を提供することにある。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

前述の課題を解決するため、まず、この発明の酸素の製造方法においては、冷凍機によって、空気を酸素の液化温度以下であって、かつアルゴンの液化温度以上の温度に冷却することにより、液化された酸素と気体状態の窒素およびアルゴンとを分離もしくはアルゴンとを分離して液体酸素を得ることとする（請求項 1 の発明）。これにより、高純度の液体酸素が、直接的かつ高効率で得ることが可能となる。

【 0 0 1 4 】

また、前記発明の実施態様としては、下記請求項 2 ないし 6 の発明が好ましい。即ち、請求項 1 に記載の酸素の製造方法において、前記冷凍機の冷却部への導入空気と、分離された前記窒素およびアルゴンを含む低温ガスとを熱交換させて、前記導入空気を予備冷却する、および／または、導入空気中の水分を予め除去する（請求項 2 の発明）。さらに、前記請求項 1 または 2 に記載の酸素の製造方法において、前記導入空気は、予め、P S A 法により空気中の窒素を分離し、酸素リッチガスとして前記冷凍機の冷却部へ導入する（請求項 3 の発明）。前記請求項 2 または 3 の発明によれば、酸素の液化エネルギー効率が向上する。また、導入空気中の水分を予め除去することにより、大気中の水分が冷凍機の冷却部において凍結付着することを防止できる。

【0015】

また、前記請求項1ないし3のいずれか1項に記載の酸素の製造方法において、前記冷凍機の出力は、前記液化された酸素の温度を計測し、この計測値が所定の設定温度となるように制御する（請求項4の発明）。さらに、前記請求項4に記載の酸素の製造方法において、前記液化された酸素の温度は、前記液化酸素中に挿入した伝熱手段を介して計測する（請求項5の発明）。さらにまた、前記請求項1ないし4のいずれか1項に記載の酸素の製造方法において、前記冷凍機は、パルスチューブ冷凍機とする（請求項6の発明）。前記請求項4ないし6の発明によれば、詳細は後述するように、合理的制御が可能となり、かつ高い冷凍効率で酸素が液化できる。

【0016】

さらに、前記製造方法を実施するための酸素の製造装置としては、下記請求項7ないし16の発明が好ましい。即ち、空気を冷却して酸素を液化するパルスチューブ冷凍機と、空気の導入口、液化された酸素の取り出し口、および液化された酸素以外の残余のガスの排出口を有し、前記パルスチューブ冷凍機における蓄冷器、コールドヘッドおよびパルスチューブを内装する液化酸素生成用の容器と、前記液化された酸素の温度を計測する温度センサーと、この温度センサーの計測値に基づき前記パルスチューブ冷凍機の出力を制御する制御装置とを備えるものとする（請求項7の発明）。

【0017】

また、前記請求項7に記載の酸素の製造装置において、前記容器に代えて、前記パルスチューブ冷凍機における蓄冷器、コールドヘッドおよびパルスチューブを内装する第1の容器と、この第1の容器内に配設され、前記温度センサーを有する液化酸素生成用の第2の容器としての液体貯蔵タンクとからなるものとし、さらに、前記コールドヘッドと熱的に接続した熱交換器を設け、この熱交換器に導入した空気を冷却して、前記液体貯蔵タンクに通流し、この液体貯蔵タンクにおいて、液化された酸素と気体状態の窒素およびアルゴンとを分離して液体酸素を得るようにしてなるものとする（請求項8の発明）。

【0018】

さらに、前記請求項 8 に記載の酸素の製造装置において、前記熱交換器と液体貯蔵タンクに代えて、前記コールドヘッドと熱的に接続した液体貯蔵タンクを設けるものとする（請求項 9 の発明）。さらにまた、請求項 9 に記載の酸素の製造装置において、前記液体貯蔵タンクは、前記コールドヘッドと熱的に接続した放熱部材を備えるものとする（請求項 10 の発明）。

【0019】

また、前記請求項 7 に記載の酸素の製造装置において、前記液化酸素生成用の容器に導入される空気と、前記容器内で分離された窒素およびアルゴンを含む低温ガスとを熱交換させて、前記導入空気を予備冷却する熱交換器を備えるものとする（請求項 11 の発明）。さらに、請求項 7 に記載の酸素の製造装置において、前記液化酸素生成用の容器に導入される空気中の水分を、前記容器内で分離された窒素およびアルゴンを含む低温ガスの冷熱を利用して除去する除湿器を備えるものとする（請求項 12 の発明）。

【0020】

また、前記請求項 12 に記載の酸素の製造装置において、前記除湿器は、空気導入配管を有する本体容器と、この本体容器内を貫通する放熱フィン付きの低温ガス用配管と、前記本体容器の下方に配設した空気と凝縮水との切り替え弁とからなるものとする（請求項 13 の発明）。さらに、請求項 13 に記載の酸素の製造装置において、前記除湿器の本体容器は、この本体容器内に水分吸着用の吸着剤を備えるものとする（請求項 14 の発明）。

【0021】

また、前記請求項 13 に記載の酸素の製造装置において、前記空気導入配管、低温ガス導入および導出用配管、切り替え弁等をそれぞれ有する除湿器を 2 組設け、一方の除湿器を経由する空気が前記液化酸素生成用の容器に導入され酸素が液化される間に、他方の除湿器を経由する空気は、本体容器内の凝縮水を、前記切り替え弁を介して外部に空気と共に搬送除去可能な構成とする（請求項 15 の発明）。さらに、前記請求項 15 に記載の酸素の製造装置において、前記空気導入配管、低温ガス導入および導出用配管、切り替え弁等をそれぞれ有する除湿器 2 組に代えて、2 組の除湿器の内一方の除湿器における低温ガスの導出用配管

は、それぞれ他方の除湿器に接続してなり、さらに、前記空気導入配管には空気切り替え弁を設け、一方の本体容器内の凝縮水を、他方の本体容器から排出される低温ガスと共に前記切り替え弁を介して外部に搬送除去可能な構成とする（請求項 16 の発明）。

【 0 0 2 2 】

上記酸素の製造装置に係る各発明の作用効果等については、後述する実施例に基き、詳述する。

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

図面に基き、本発明の実施例について以下に述べる。

【 0 0 2 4 】

（実施例 1）

図 1 は、本発明の基本的構成に関わる実施例 1 の酸素の製造装置の模式的システム構成図である。本実施例は、スターリングサイクル冷凍機であるパルスチューブ式冷凍機、特に、イナータンスチューブ方式のパルスチューブ冷凍機を用いて空気を冷却し、高純度の酸素を製造するものである。

【 0 0 2 5 】

図 1 に示すように、パルスチューブ式冷凍機は、圧縮機 10、蓄冷器 11、パルスチューブ 12、コールドヘッド 13、イナータンスチューブ 14 およびバッファタンク 15 により構成されており、蓄冷器 11 の一端は容器 16 の上面を貫通して圧縮機 10 に接続され、パルスチューブ 12 の一端も容器 16 の上面を貫通してイナータンスチューブ 14 の一端に接続されている。また、イナータンスチューブ 14 の他端はバッファタンク 15 に接続されている。圧縮機 10 には図示しないピストンおよびこのピストンを駆動するリニアモータが設けられており、制御装置 20 から 50 Hz 程度の交流電圧をこのリニアモータに印加することによってピストンが往復運動を行い、作動流体であるヘリウムガスの圧縮／膨張に伴ってコールドヘッド 13 が冷却される。この冷凍機の冷凍出力は、リニアモータに印加する交流電圧を制御することにより所定の値に保持される。

【 0 0 2 6 】

容器 16 は、内部の空間が周囲の雰囲気から断熱されるように、例えば魔法瓶のごとき断熱容器構造に構成され、かつ、内部の空間と周囲の雰囲気は気密に保持されている。この容器 16 には、ガス入口 17、ガス出口 18 および液体酸素取り出し口 19 が設けられている。

【0027】

本構成において、ガス入口 17 から容器 16 の内部空間へ空気を導入して冷凍機を運転すると、コールドヘッド 13 の温度降下に伴って容器 16 の内部空間の空気が冷却される。このとき、温度センサー 4 で測定される温度が酸素の液化温度 -183.0°C 以下で、アルゴンの液化温度 -185.9°C 以上の所定の設定温度に保持されるよう運転すれば、空気の温度が酸素の液化温度 -183.0°C に到達した時点で空気中の酸素の液化が始まり、所定の設定温度に到達した時点より制御装置 20 により設定温度を維持するよう冷凍機の運転が制御される。この状態で、図示しない送風機によりガス入口 17 から空気の供給を開始すると、温度センサー 4 の測定温度を所定の設定温度に維持するよう冷凍機の運転が制御されるとともに、供給された空気中の酸素は液化され、空気中の窒素ガスやアルゴンガスは供給された空気量に対応して、ガス出口 18 より排出される。

【0028】

なお、一般に、容器 16 の内部空間には、ガス入口 17 から供給される空気によってガスの対流が発生するので、温度センサー 4 を、例えばコールドヘッド 13 に組込んで、その測定温度が、設定温度となるよう冷凍機の運転を制御すれば、製造された液体酸素の一部が空気と接触して気化してガス出口 18 より排出されるので、酸素の収率が低下し、かつ冷熱の系外への持ち出しが増加して効率が低下する可能性が高い。

【0029】

そこで、本実施例においては、図 1 に示すように液体酸素中に浸漬される伝熱手段 41 に温度センサー 4 を組込んで、液体酸素の測定温度が設定温度となるよう冷凍機の運転を制御すれば、液体酸素の製造量の少ない運転初期においては、温度センサー 4 が液体酸素の液面より高い位置に露出して位置するので、ガス空間の温度の高い空気からの伝熱により温度上昇する可能性があり、これに対応し

て冷凍機の出力は増大する傾向を示す。したがって、冷却出力の上昇により一部の窒素あるいはアルゴンも液化される可能性がある。運転の継続とともに、液体酸素、場合によっては上記の理由により液化された窒素等を含む液体酸素の液位が上昇して温度センサー 4 が液体酸素の液中に浸漬される状態となると、温度センサー 4 は液体酸素の液温を測定することとなり、この温度が所定の設定温度となるように冷凍機の運転が制御されるので、運転の初期に冷却出力の上昇によって液体窒素や液体アルゴンが液中に混入することがあっても、この段階で冷却出力が適正值に低下するので、液体窒素や液体アルゴンは気化して液体酸素の液中から除外され、高純度の液体酸素が得られることとなる。したがって、本実施例の構成のごとく液体酸素の温度を測定し、その測定温度が設定温度となるよう冷凍機の運転を制御する方法によれば、高純度の酸素を製造する上で極めて好適な制御が可能となる。また、本実施例の構成のごとく伝熱手段 4 1 を用いれば、液体酸素の液位が低い場合にも液体酸素の温度を測定することが可能となるので、運転の初期に生じる冷却出力の上昇が軽減でき、高純度の酸素を製造する上で極めて好適である。

【 0 0 3 0 】

(実施例 2)

図 2 は、請求項 8 の発明に関わる実施例 2 の酸素の製造装置の模式的システム構成図である。本実施例も、前記実施例 1 と同様に、スターリングサイクル冷凍機であるパルスチューブ式冷凍機を用いて空気を冷却し、高純度の酸素を製造するものであり、本実施例 2 と前記実施例 1 との相違点は、容器 1 6 A の内部に配置したコールドヘッド 1 3 に熱交換器 3 0 を取付け、さらに熱交換器 3 0 で冷却された空気を、同じく容器 1 6 A の内部に設置した液体貯蔵タンク 5 に導くように構成した点にある。本構成では、ガス入口 1 7 A より導入された空気が、熱交換器 3 0 での熱交換により冷却された後、液体貯蔵タンク 5 に導かれ、液化した酸素がこの液体貯蔵タンク 5 に貯留される。液化しない窒素、アルゴン等を含むガスはガス出口 1 8 A より外部へ取出される。

【 0 0 3 1 】

本実施例の構成では、液体貯蔵タンク 5 に貯留される液体酸素が、容器 1 6 A

の内部空間の雰囲気ガスから隔離されるので、蓄冷器11やパルスチューブ12の高温側に接する上記の雰囲気ガスの対流による熱伝導量が低減され、システムの効率が向上する。

【0032】

なお、前記実施例1に用いられた容器16は、例えば魔法瓶のごとき断熱容器構造に構成して内部の空間を周囲の雰囲気から断熱しているが、図2に示した実施例2の構成においては、容器16Aの内部空間を真空状態に保持することとすれば、容器16Aは単なる気密容器でよく、この容器自体を断熱容器構造とする必要はない。このように容器16Aの内部空間を真空状態に保持すれば、液体貯蔵タンク5への熱侵入量が大幅に低減され、効率良く酸素を製造することができる。

【0033】

（実施例3）

図3は、請求項9の発明に関わる実施例3の酸素の製造装置の模式的システム構成図である。本実施例の酸素製造装置の構成の特徴は、コールドヘッド13と熱的に一体に形成された液体貯蔵タンク5が、容器16Bの内部に配置されていることにある。本構成では、ガス入口17Bより導入された空気が、コールドヘッド13と熱的に一体に形成された液体貯蔵タンク5において冷却されて酸素が液化され、液体貯蔵タンク5に貯留される。窒素等の液化しなかったガスは、ガス出口18Bより外部へ排出される。

【0034】

本構成においても、実施例2に示したものと同様に、液化された液体酸素が効果的に断熱されるので、効率よく高純度の酸素を製造することができる。

【0035】

（実施例4）

図4は、請求項10の発明に関わる実施例4の酸素の製造装置の模式的システム構成図である。本実施例の酸素製造装置の構成の特徴は、コールドヘッド13と熱的に一体に形成された液体貯蔵タンク5Bの内部に、さらにコールドヘッド13と熱的に連結された放熱部材6が配置されていることにある。

【0036】

したがって、本構成においては、液体貯蔵タンク5Bの内部に導入された空気が、放熱部材6と効果的に熱交換して効率良く液化することとなるので、特に液化処理量の大きい場合の酸素製造に好適である。

【0037】

(実施例5)

図5は、請求項11の発明に関わる実施例5の酸素の製造装置の模式的システム構成図である。本実施例の酸素製造装置の構成の特徴は、容器16のガス入口17より導入する空気の供給系に熱交換器3が配置され、ガス出口18より排出される低温の排出ガスとの熱交換によってあらかじめ冷却した空気を供給するように構成された点にある。本構成によれば、以下に示す試算結果のように、冷凍機の所要冷凍出力が大幅に低減される。

【0038】

すなわち、所要酸素供給量が2 [l/min] の在宅医療用の酸素供給装置を例に挙げて試算すると、本在宅用酸素供給装置の酸素供給量は、時間当たり0.12 [m³/h] であるので、0.6 [m³/h] の空気を導入し、これに含まれる酸素を液化する必要がある。前記実施例1～4の製造方法のごとく常温の空気を冷却して酸素を製造する場合には、約0.6 [m³/h] の空気を常温、例えば20℃より酸素の液化温度の-183℃まで冷却降下させるに必要な除去熱量が、酸素（流量；0.12 [m³/h]、定圧比熱；0.92 [J/g/K]、密度；1.43 [kg/m³]）について8.9Wとなり、窒素（流量；0.48 [m³/h]、定圧比熱；1.04 [J/g/K]、密度；1.25 [kg/m³]）について35.2Wとなり、液化温度まで冷却した酸素（凝縮熱；210 [J/g]）を凝縮するに必要な除去熱量10.0Wと合わせて、54.1Wの冷却出力が必要となる。したがって、冷凍機の効率を3%とすると約1.8kWの所要動力が必要となる。

【0039】

これに対して、図5の構成の酸素製造装置によって0.12 [m³/h] の酸素を製造する場合には、ガス入口17より導入された空気が、熱交換器3においてガス出口18より排出される低温の窒素ガスによって効果的に冷却される。したがって

、熱交換器 3 の窒素ガスの排出温度を 5°C とすれば、酸素の液化温度から 5°C までの窒素の熱容量が熱交換器 3 に導入される空気の冷却降下に用いられることとなるので、冷却降下に必要な除去熱量は 32.6 W 低減され、 $0.6\text{ [m}^3/\text{h}]$ の空気を酸素の液化温度まで冷却降下させるに必要な除去熱量は 11.5 W に低減される。したがって、所要冷却出力は 21.5 W となり、冷凍機の効率を 3% とすると所要動力は約 720 W となる。この値は、熱交換器 3 を用いない製造方法における所要動力の約 40% であり、熱交換器 3 の使用により所要動力が大幅に低下することがわかる。

【0040】

なお、本実施例においては、上記のように図 1 の構成の酸素製造装置の空気の供給系に熱交換器 3 を配して構成しているが、図 2 ないし図 4 のいずれかの構成の酸素製造装置の空気の供給系に熱交換器 3 を配して構成しても、所要動力が大幅に低減されることは、例示するまでもなく明らかである。

【0041】

(実施例 6)

図 6 は、請求項 3 の発明に関わる実施例 6 の酸素の製造装置の模式的システム構成図である。本実施例の酸素製造装置の構成の特徴は、容器 16 のガス入口 17 より導入する空気の供給系に P S A 200 が配設され、P S A によって窒素と分離された酸素を容器 16 に導入して冷却、液化し、アルゴンを分離して高純度の酸素を得るよう構成した点にある。

【0042】

所要酸素供給量が 2 [l/min] の在宅医療用の酸素供給装置に、本構成を適用した場合、冷凍機では $0.12\text{ [m}^3/\text{h}]$ の酸素を液化温度まで冷却降下して凝縮すればよいので、必要な除去熱量は冷却降下に必要な 8.9 W と、凝縮に必要な 10.0 W とを合わせて 18.9 W となり、冷凍機の効率を 3% とすると所要動力は 630 W となる。また、 $0.12\text{ [m}^3/\text{h}]$ の酸素を得るために必要な P S A の消費電力は約 20 W であるので、本構成の装置の消費電力の総計は 650 W となり、前記実施例 5 の装置よりさらに 70 W 低減される。

【0043】

なお、本実施例においては、図 1 の構成の酸素製造装置の空気の供給系に P S A 2 0 0 を設けて構成しているが、図 2 ～図 5 のいずれかの構成の酸素製造装置の空気の供給系に P S A 2 0 0 を配して構成することもできる。

【 0 0 4 4 】

(実施例 7)

図 7 は、請求項 1 3 の発明に関わる実施例 7 の酸素の製造装置の模式的システム構成図である。本実施例の酸素製造装置の構成の特徴は、図 1 の構成の酸素製造装置の空気の供給系に除湿器 2 を設け、この除湿器 2 は、空気導入配管を有する本体容器 2 4 と、この本体容器内を貫通する放熱フィン 2 2 付きの低温ガス用配管 2 3 と、前記本体容器の下方に配設した空気と凝縮水との切り替え弁 6 0 とからなるものとした点である。

【 0 0 4 5 】

図 7 において、送風機 5 0 から除湿器 2 に空気を供給すると、後述する原理で空気中の水分が除去され、さらに乾燥した空気は、切り替え弁入口管 6 1 から切り替え弁 6 0 の出口に接続された切り替え弁出口管 6 2 を経てガス入口 1 7 に乾燥した空気が供給される。容器 1 6 に供給された乾燥空気は、温度センサ 4 の設定値を一定に維持するよう制御装置 2 0 で冷凍機の運転が制御されることにより、冷却され空気中の酸素が液化される。一方、冷却され酸素と分離された窒素ガスやアルゴンガスは送気された空気流量に対応してガス出口 1 8 から遮断弁入口管 7 1 を経て開状態となっている遮断弁 7 に接続された遮断弁出口管 7 2 から除湿器 2 を流通した後、排気管 2 1 から外気に排出される。本実施例によれば、除湿器 2 により、導入空気中の水分を予め除去できるので、大気中の水分が冷凍機の冷却部において凍結付着することを防止できる。なお、前記実施例 1 ないし 6 の場合には、導入空気は、例えば、図示しない吸着剤等により除湿が必要となるが、図 7 の実施例によれば、酸素の製造に伴う排ガスの冷熱を有効利用して除湿が可能となるので、効率的かつ経済的である。

【 0 0 4 6 】

次に、除湿器 2 で水分が除去される原理について説明する。

【 0 0 4 7 】

前述のように、除湿器 2 には、本体容器 2 4 の中に放熱フィン 2 2 を有する低温ガス用配管 2 3 が設けられており、フィンチューブ式熱交換器のような構成となっている。除湿器 2 の本体容器 2 4 内に空気を供給すると、供給された空気は前記放熱フィン 2 2 と接触する。一方、前記低温ガス用配管 2 3 内には冷却された酸素と分離された窒素ガスやアルゴンガスが通流している。これらのガスにより前記放熱フィン 2 2 は冷却されており、冷却された放熱フィン 2 2 と接触した空気の温度が低下することにより空気中の水分はフィン表面に凝縮して放熱フィン 2 2 に捕捉され空気から水分が除去される。なお、ここでは除湿器 2 の構成をフィンチューブ式熱交換器の構成として説明したがプレート式の熱交換器等でもよく、例示した構成に限定されるものではない。

【 0 0 4 8 】

さらに好適な例として、前記除湿器 2 の本体容器 2 4 内空間に、ゼオライト等の吸着剤を充填することにより、充填材の低温吸着効果を利用して水分の除去効率を向上することができる。

【 0 0 4 9 】

なお、本実施例では除湿器 2 に切り替え弁 6 0 と遮断弁 7 とを接続している。これらの弁は、除湿器 2 に捕捉された水分が過剰になると水分の除去能力が低下するため、定期的に除湿器 2 に捕捉された水分を系外に放出して除湿器 2 の能力を回復させるために設けている。すなわち、定期的に切り替え弁 6 0 をパージ管 6 3 側に切り替えるとともに、遮断弁 7 を閉とすることにより、送風機 5 0 から供給された空気は、容器 1 6 に導入されずに直接パージ管 6 3 から外気に排出されることになる。この結果、除湿器 2 内の低温ガス用配管 2 3 には冷却された窒素ガス等の低温ガスが通流しないこととなる。この状態では除湿器 2 内に供給された空気温度はフィン温度より高いためフィンを加熱し、凝縮していた水分は蒸発し空気とともに系外に排出される。同様に、前記好適な例では吸着剤が加熱されることで吸着剤に吸着していた水分が離脱し吸着剤が乾燥する。この結果、除湿器 2 の能力が回復する。

【 0 0 5 0 】

(実施例 8)

図8は、請求項15の発明に関わる実施例8の酸素の製造装置の模式的システム構成図であり、前記図7の実施例を改良した実施例を示す。図7の実施例の場合には、除湿器2の能力を回復するために定期的に酸素の液化を中断する必要があったが、図8の実施例では、酸素の液化を中断することなく連続的に酸素を液化できるように、除湿器を2組設けて、図7で説明した動作を交互に各々の除湿器(2a, 2b)で行わせた点に特徴がある。すなわち、一方の除湿器を経由した空気が容器16に導かれ酸素が液化される間に、他方の除湿器を経由した空気が除湿器に捕捉された水分を除去するようにすることで、連続的に酸素の液化が行える。なお、図8において、2組の各除湿器等の同一機能部材には、それぞれ同一番号を付し、かつa, bのサフィックスを付して示す。また、図7における遮断弁7に代えて、切り替え弁8を設け、これに、切り替え弁入口管81および切り替え弁出口管(82a, 82b)を接続している。さらに、図中の破線で示す管は、実線で示す管に流体が通流している際に、流体が通流していないことを示す。

【0051】

(実施例9)

図9は、請求項16の発明に関わる実施例9の酸素の製造装置の模式的システム構成図であり、図8の実施例をさらに改良した実施例を示す。図8と異なる点は送風機50と除湿器2a, 2bとの間に空気切り替え弁9を設け、さらに排気管21a, 21bを各々除湿器2b, 2aに接続した点である。このような構成とすることにより、外気より露点の低い、酸素と分離されて外気へ排気される窒素ガスやアルゴンガスが、除湿器に捕捉された水分を系外に放出する際に、除湿器に通流されるので、除湿器の能力が外気を用いる場合よりも早く回復する利点をもつ。

【0052】

【発明の効果】

前述のように、この発明の酸素の製造装置は、空気を冷却して酸素を液化するパルスチューブ冷凍機と、空気の導入口、液化された酸素の取り出し口、および液化された酸素以外の残余のガスの排出口を有し、前記パルスチューブ冷凍機に

おける蓄冷器、コールドヘッドおよびパルスチューブを内装する液化酸素生成用の容器と、前記液化された酸素の温度を計測する温度センサーと、この温度センサーの計測値に基づき前記パルスチューブ冷凍機の出力を制御する制御装置とを備えるものとし、

冷凍機によって、空気を酸素の液化温度以下であって、かつアルゴンの液化温度以上の温度に冷却することにより、液化された酸素と気体状態の窒素およびアルゴンとを分離もしくはアルゴンとを分離して液体酸素を得ることとし、さらに、前記冷凍機の冷却部への導入空気と、分離された前記窒素およびアルゴンを含む低温ガスとを熱交換させて、前記導入空気を予備冷却する、および／または、導入空気中の水分を予め除去することとしたので、

大気中に含まれる酸素が、窒素およびアルゴンと効果的に分離され、酸素濃度が 99.5 % 以上の高純度の液体酸素を、直接的かつ高効率で得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の実施例 1 に係る酸素の製造装置の模式的システム構成図

【図 2】

この発明の実施例 2 に係る酸素の製造装置の模式的システム構成図

【図 3】

この発明の実施例 3 に係る酸素の製造装置の模式的システム構成図

【図 4】

この発明の実施例 4 に係る酸素の製造装置の模式的システム構成図

【図 5】

この発明の実施例 5 に係る酸素の製造装置の模式的システム構成図

【図 6】

この発明の実施例 6 に係る酸素の製造装置の模式的システム構成図

【図 7】

この発明の実施例 7 に係る酸素の製造装置の模式的システム構成図

【図 8】

この発明の実施例 8 に係る酸素の製造装置の模式的システム構成図

【図9】

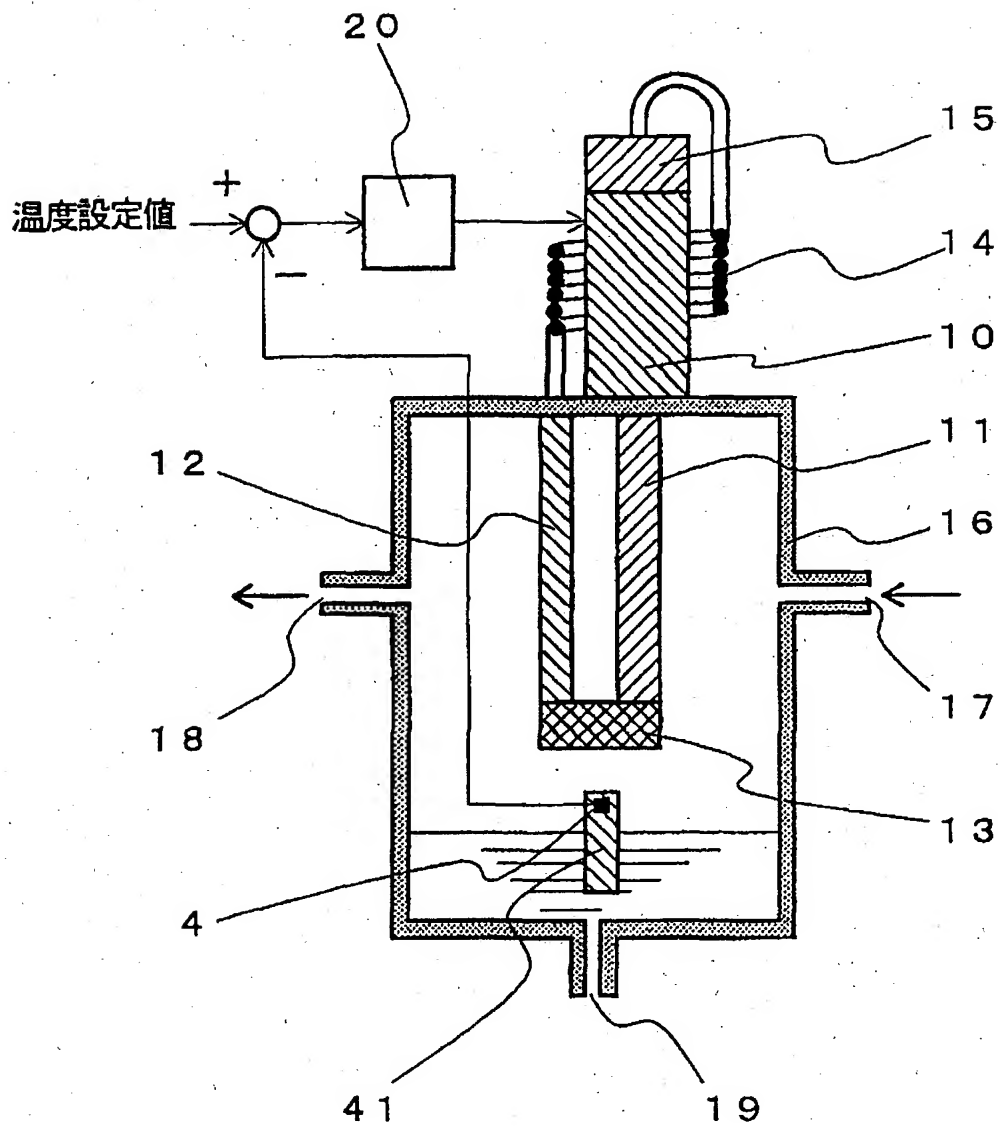
この発明の実施例9に係る酸素の製造装置の模式的システム構成図

【符号の説明】

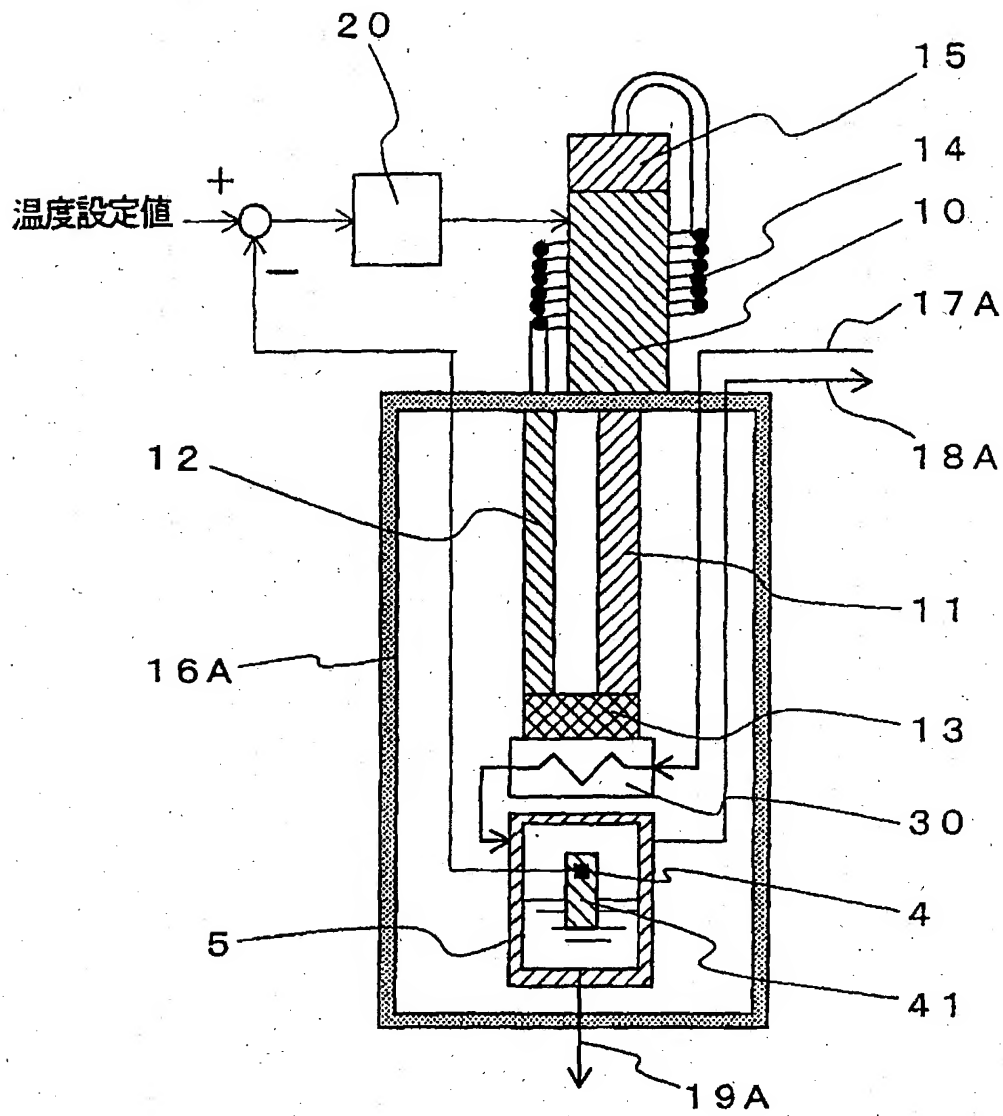
2, 2a, 2b: 除湿器、3, 30: 熱交換器、4: 温度センサー、5, 5B: 液体貯蔵タンク、6: 放熱部材、7: 遮断弁、8, 60, 60a, 60b: 切り替え弁、9: 空気切り替え弁、10: 圧縮機、11: 蓄冷器、12: パルスチューブ、13: コールドヘッド、14: イナータンスチューブ、15: バッファタンク、16, 16A, 16B: 容器、17, 17A, 17B: ガス入口、18, 18A, 18B: ガス出口、19, 19A, 19B: 液体酸素取り出し口、20: 制御装置、21, 21a, 21b: 排気管、22, 22a, 22b: 放熱フィン、23, 23a, 23b: 低温ガス用配管、24, 24a, 24b: 本体容器、41: 伝熱手段、50: 送風機、51, 51a, 51b: 空気供給管、61, 61a, 61b, 81: 切り替え弁入口管、62, 62a, 62b, 82a, 82b: 切り替え弁出口管、63, 63a, 63b: パージ管、71: 遮断弁入口管、72: 遮断弁出口管、200: PSA。

【書類名】 図面

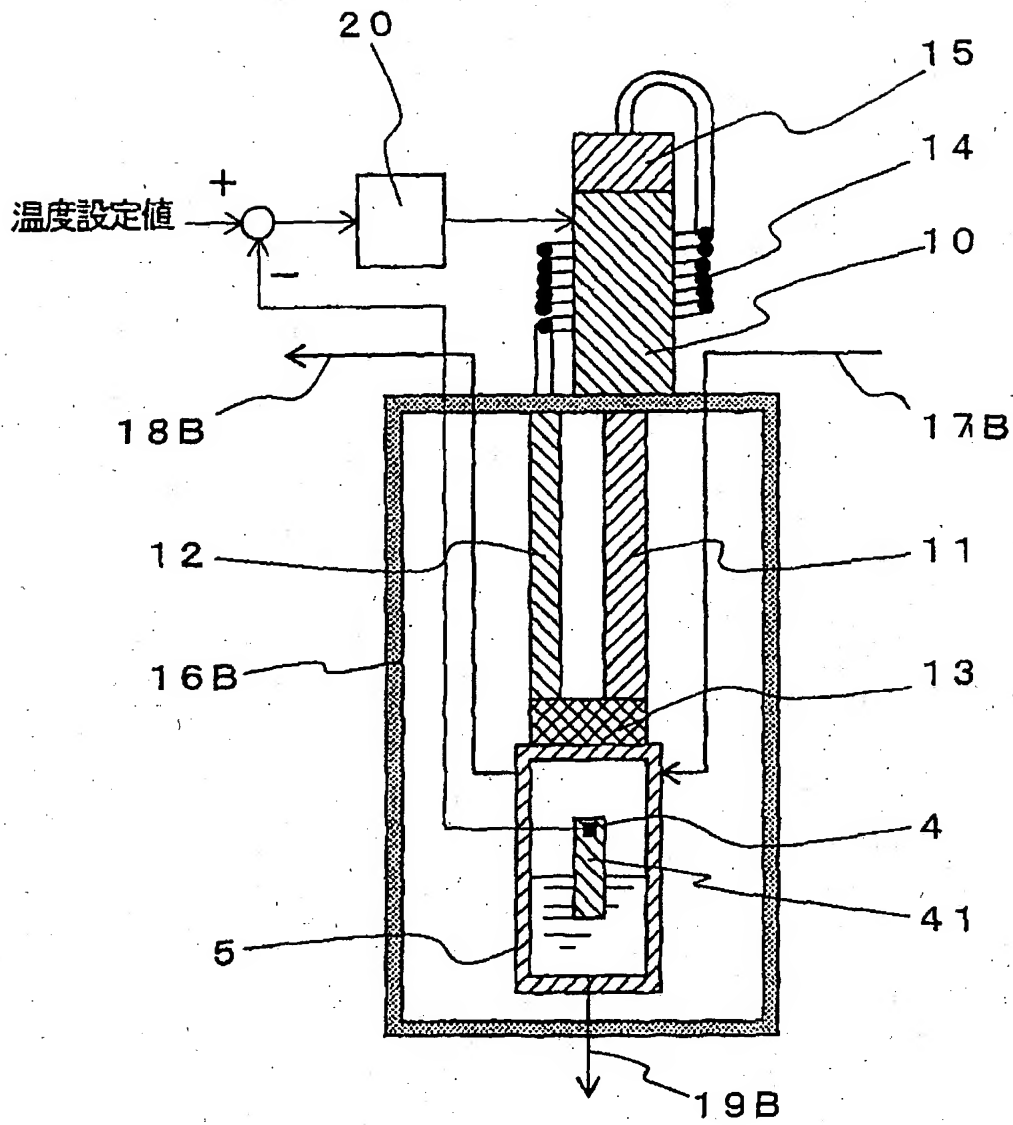
【図1】



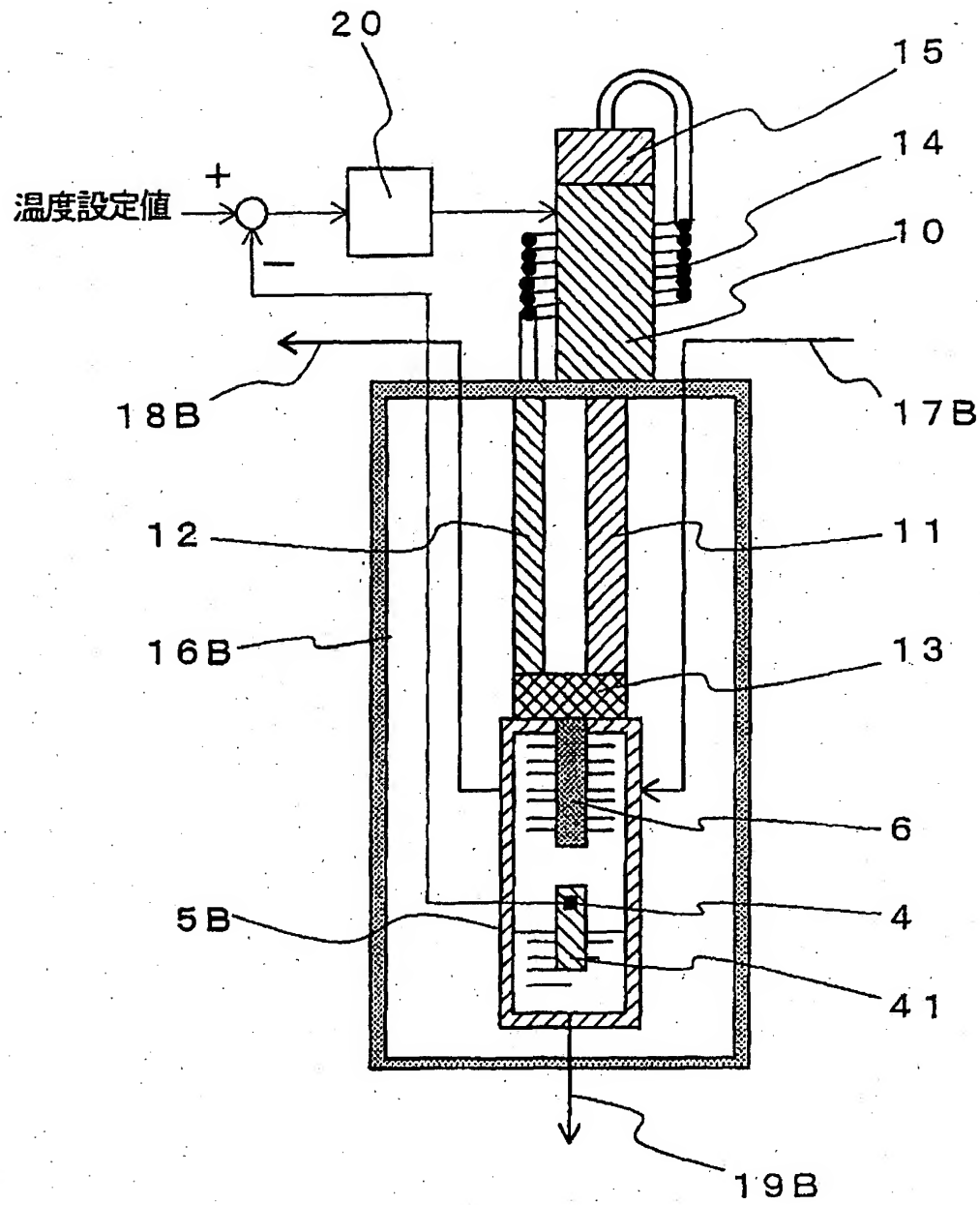
【図2】



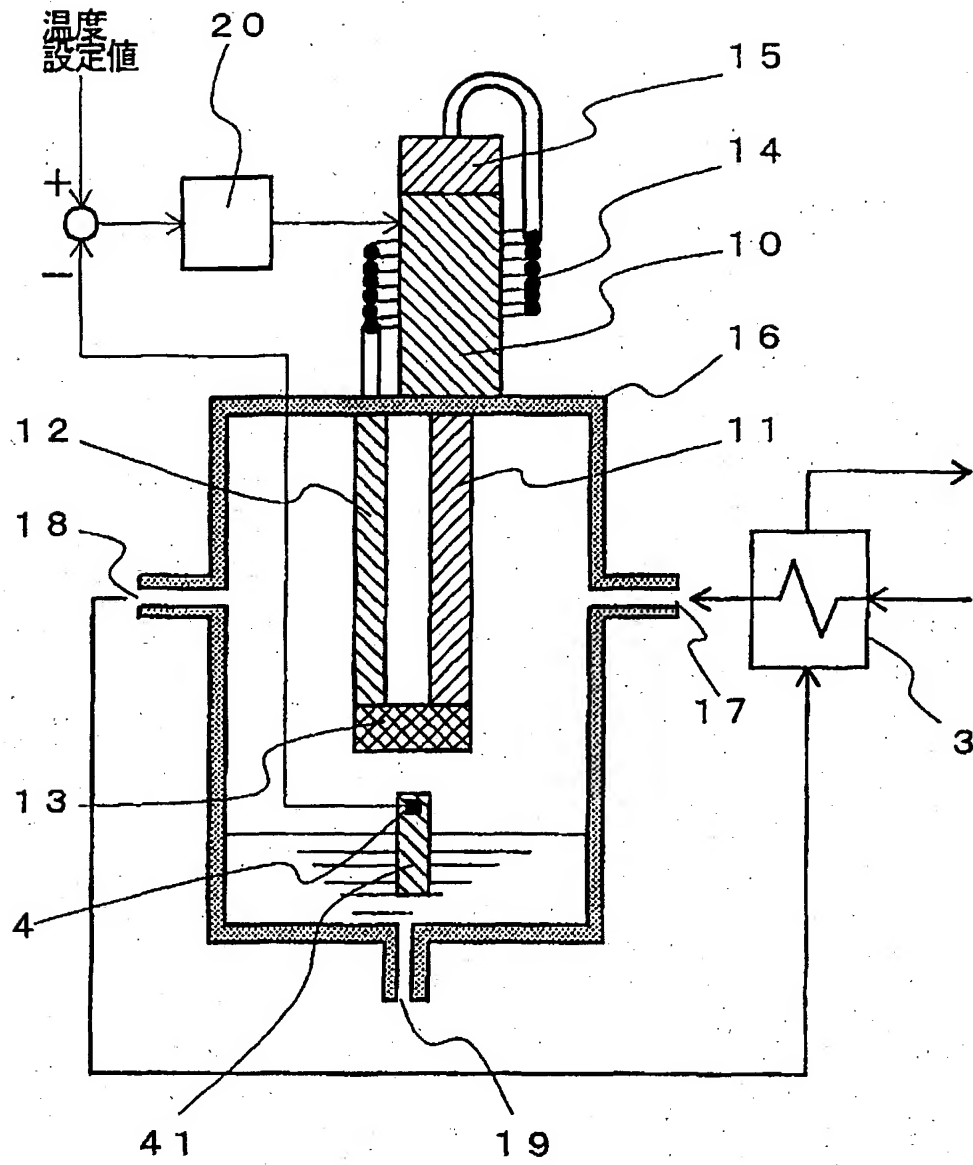
【図3】



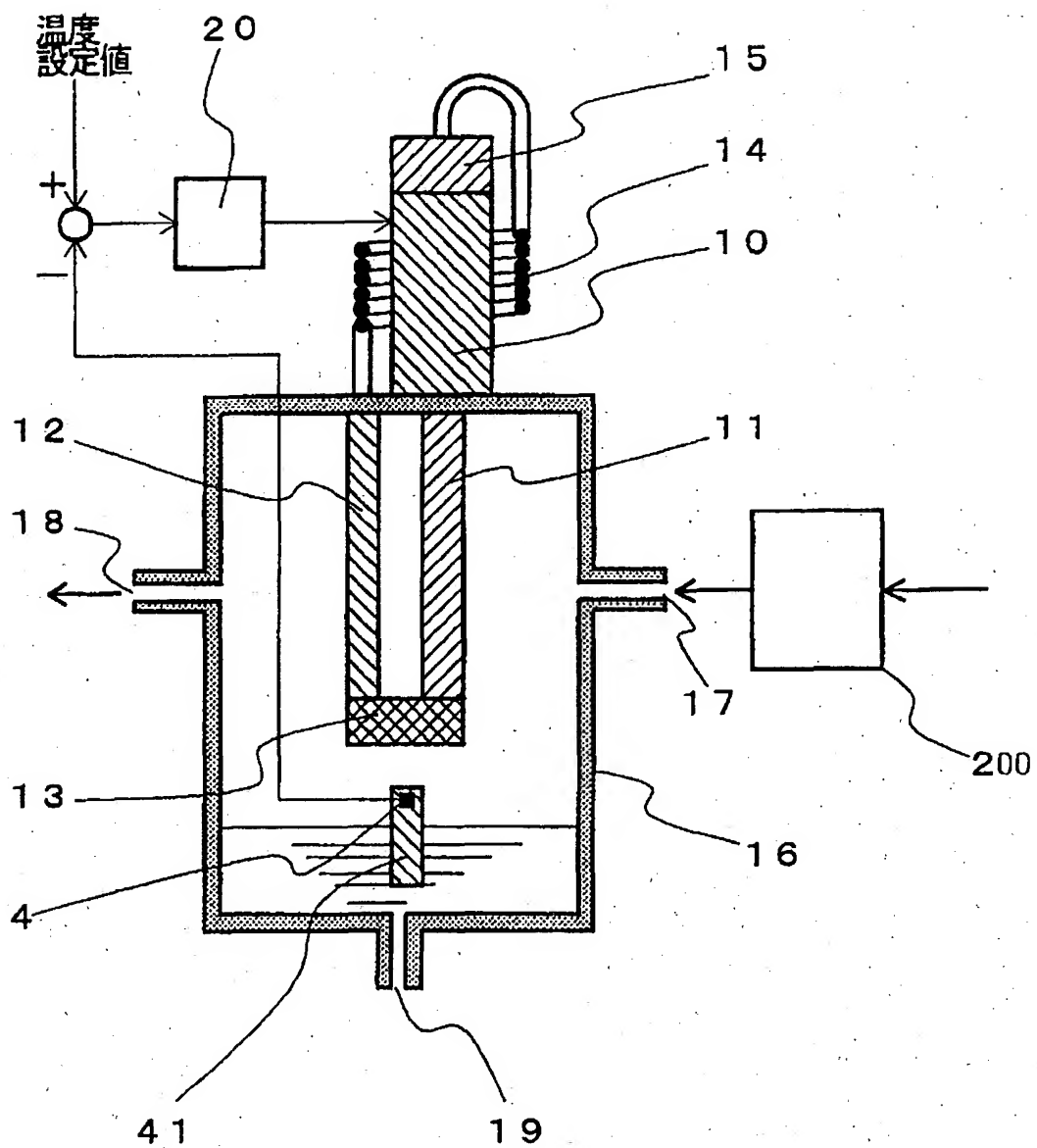
【図4】



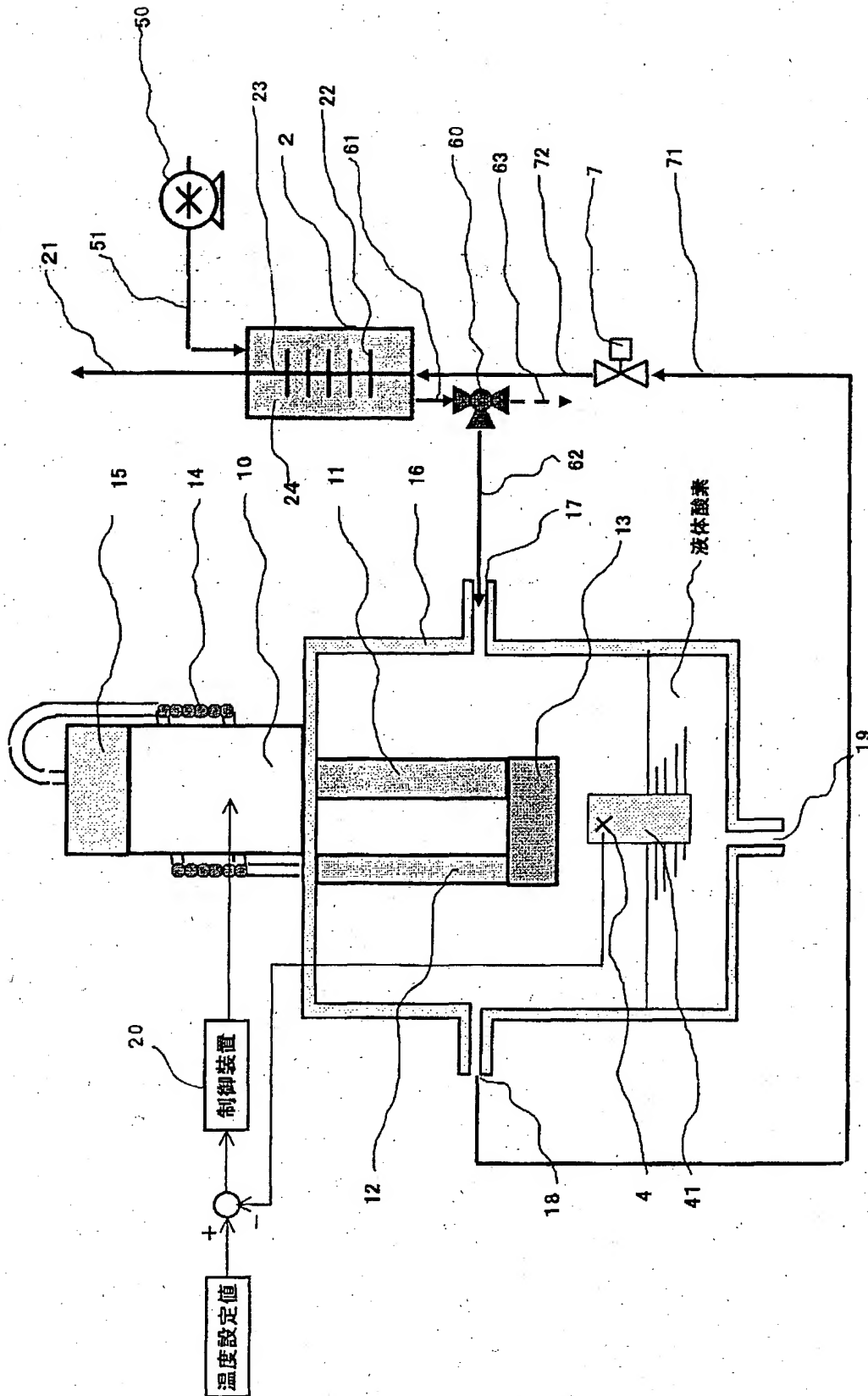
【図5】



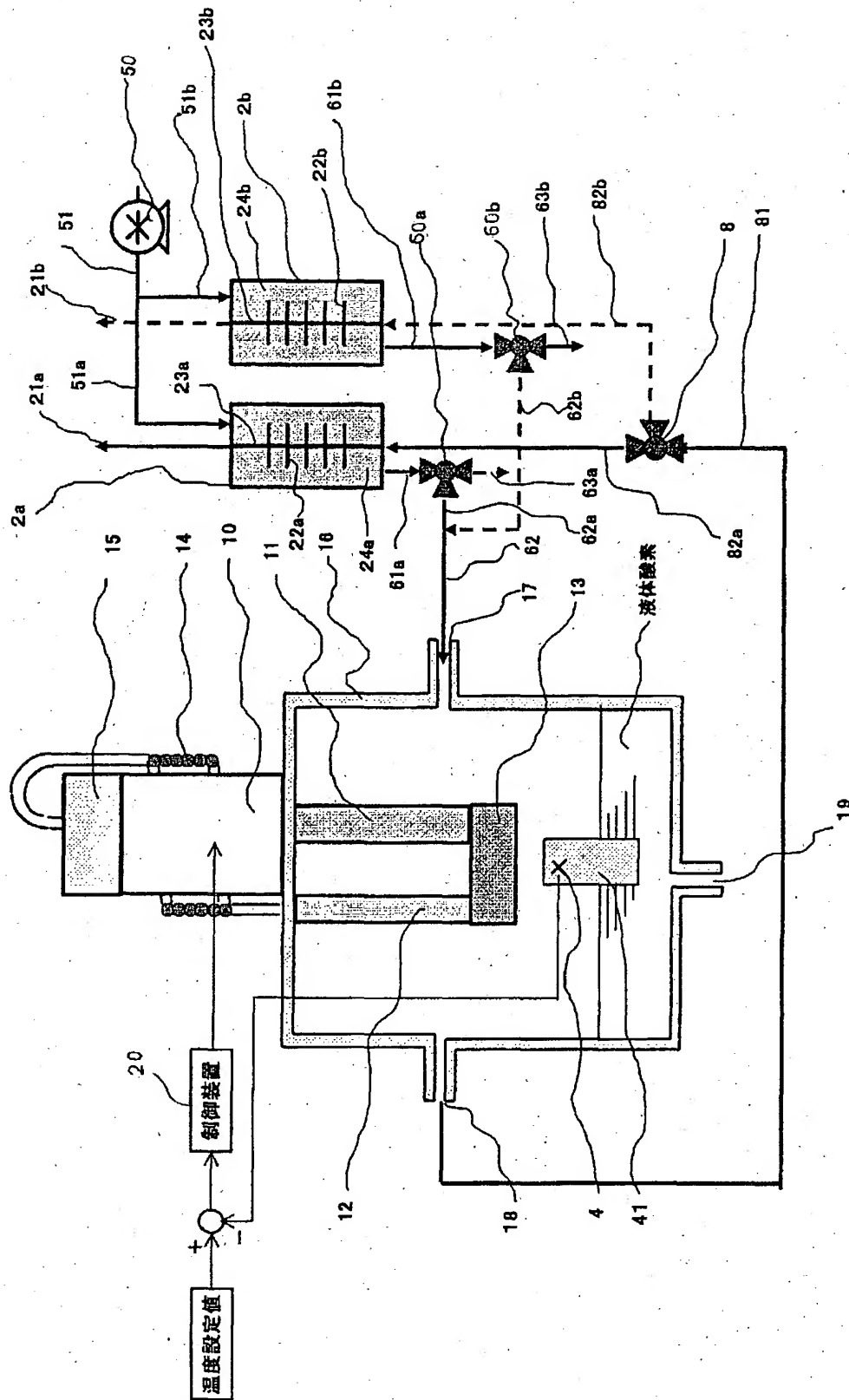
【図6】



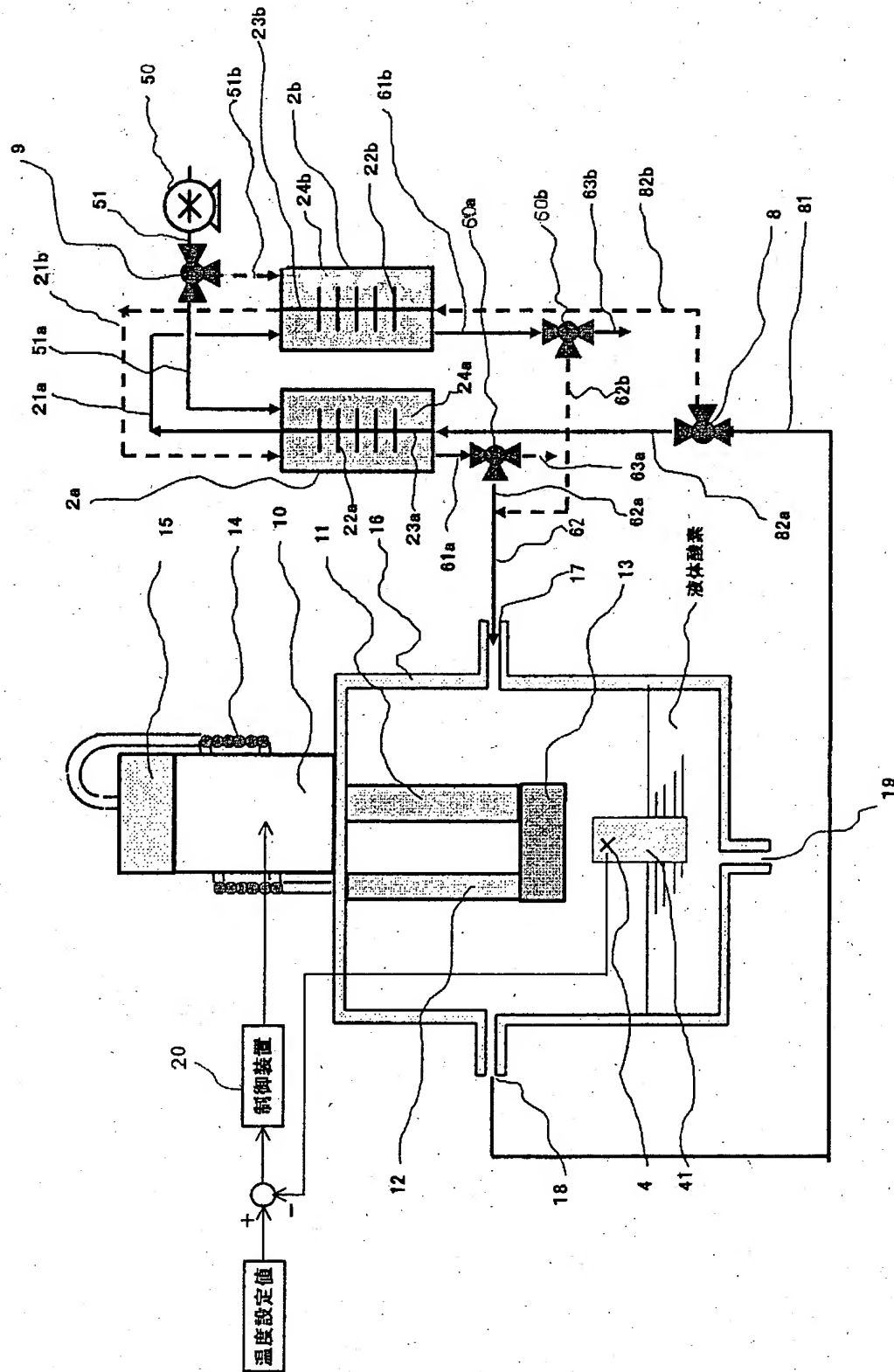
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 大気中に含まれる酸素が、窒素およびアルゴンと効果的に分離され、酸素濃度が 99.5 % 以上の高純度の液体酸素を、直接的かつ高効率で得る。

【解決手段】 酸素製造装置は、空気中の酸素を液化するパルスチューブ冷凍機と、空気の導入口、液化酸素の取り出し口、および液化酸素以外の残余のガスの排出口を有し、パルスチューブ冷凍機の蓄冷器 1 1, コールドヘッド 1 3 及びパルスチューブ 1 2 を内装する液化酸素生成用の容器 1 6 と、液化された酸素の温度を計測する温度センサー 4 と、この温度センサーの計測値に基きパルスチューブ冷凍機の出力を制御する制御装置 2 0 とを備えるものとし、冷凍機によって、空気を酸素の液化温度以下であって、かつアルゴンの液化温度以上の温度に冷却することにより、液化された酸素と気体状態の窒素およびアルゴンとを分離して液体酸素を得る。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-004666
受付番号	50300034875
書類名	特許願
担当官	第六担当上席 0095
作成日	平成 15 年 1 月 16 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000005234
【住所又は居所】	神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号
【氏名又は名称】	富士電機株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100075166
【住所又は居所】	東京都品川区東五反田 2-3-2 山口国際特許事務所

【氏名又は名称】	山口 巖
----------	------

【選任した代理人】

【識別番号】	100076853
【住所又は居所】	東京都品川区東五反田 2-3-2 山口国際特許事務所

【氏名又は名称】	駒田 喜英
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100085833
【住所又は居所】	東京都品川区東五反田 2 丁目 3 番 2 号 タイセイビル 8 階 山口国際特許事務所

【氏名又は名称】	松崎 清
----------	------

【書類名】 手続補正書
 【整理番号】 02P01952
 【提出日】 平成15年 1月21日
 【あて先】 特許庁長官 殿
 【事件の表示】
 【出願番号】 特願2003- 4666
 【補正をする者】
 【識別番号】 000005234
 【氏名又は名称】 富士電機株式会社

【代理人】
 【識別番号】 100075166
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 山口 巖

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願
 【補正対象項目名】 発明者
 【補正方法】 変更

【補正の内容】

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式
 会社内

【氏名】 鴨下 友義

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式
 会社内

【氏名】 松田 幹彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式
 会社内

【氏名】 大嶋 恵司

【その他】 発明者の変更の理由 本件出願に係る発明に関し、その願書中の発明者の欄における3名の発明者のひとりとして「大島 恵司」と記載しましたが、この記載は正しくは「大嶋 恵司」と記載されるべきものであります。これは「嶋」が「島」の異体字であるため、願書の発明者の欄に「大嶋 恵司」と記載すべきところを、誤って「大島 恵司」と記載し、出願時にその誤りを看過したことによるものであります。つきまして、願書の発明者の欄の「大島 恵司」の記載を「大嶋 恵司」に変更賜りますようお願い申し上げます。

【提出物件の目録】

【包括委任状番号】 9004799

【プルーフの要否】 要

特2003-004666

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-004666
受付番号	50300087649
書類名	手続補正書
担当官	兼崎 貞雄 6996
作成日	平成15年 1月24日

<認定情報・付加情報>

【補正をする者】

【識別番号】 000005234

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

【氏名又は名称】 富士電機株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100075166

【住所又は居所】 東京都品川区東五反田2-3-2 山口国際特許
事務所

【氏名又は名称】 山口 巖

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005234]

1. 変更年月日 1990年 9月 5日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

氏 名 富士電機株式会社